

РЕЦЕНЗИИ

на диссертационную работу Махамбетова Ерболата Нысаналыулы
«Разработка технологии выплавки комплексных кальцийсодержащих

ферросплавов из отвальных металлургических шлаков и высококальциевых углей»,

представленной на соискание степени доктора РнДпо специальности 6D070900 «Металлургия»

№п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:	Диссертационная работа по объекту исследования, поставленной цели и решенным задачам соответствует направлениям развития науки и государственным программам: - НТП О.0680 «Научно-технологическое обеспечение рационального использования минерально-сырьевых ресурсов и техногенных отходов черной и цветной металлургии с получением востребованной отечественной промышленностью продукции» (2015-2017 г.г.). По приоритету: «Рациональное использование природных ресурсов, переработка сырья и продукции». - НТП О.0787 (ИРН № BR05236708) «Научно-технологическое обоснование расширения сырьевой базы ферросплавной отрасли за счет вовлечения в технологические процессы слабококсуемых энергетических углей и техногенных отходов с целью получения новых материалов многоцелевого назначения» (2018-2020 г.г.). По приоритету: «Рациональное использование природных ресурсов, в том числе водных ресурсов, геологии, переработка, новые материалы и технологии, безопасные изделия и конструкции».

	<p>1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</p> <p>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы)</p> <p>3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</p>	<p>Научные исследования по диссертационной работе выполнены в рамках выполнения тем программно-целевого финансирования:</p> <p>- (ПЦФ 2015-2017 г.г.) научно-технической программы О.0680 по проекту № ГР 0115РК01633 «Разработка технологии выплавки кальцийсодержащих ферросплавов из отвальных металлургических шлаков и высококальциевых углей»,</p> <p>- (ПЦФ 2018-2020 г.г.) научно-технической программы О.0787 (ИРН № ВР05236708) по проекту № ГР 0118РК00699 «Разработка технологии выплавки комплексных ферросплавов с щелочноземельными металлами»,</p> <p>- (отраслевого ПЦФ 2018-2020 г.г.) научно-технической программы О.0775 № ГР 0118РК00002 «Разработка и внедрение инновационных технологий для развития горно-металлургической отрасли Республики Казахстан на 2018-2020 годы» по заданию «Опытно-промышленные испытания новых видов лигатур с кальцием, бором и хромом для легирования и модифицирования стали и технологий их получения» по которым соискатель являлся ответственным исполнителем.</p> <p>и направлены на реализацию Стратегии «Казахстан-2050», послания Главы государства «Третья модернизация Казахстана: глобальная конкурентоспособность» от 31 января 2017 года.</p>
<p>2.</p> <p>Важность для науки</p>	<p>Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта</p>	<p>Экспериментальные и теоретические данные, полученные в результате научно-исследовательской деятельности диссертанта вносят существенный вклад в науку и направлены на решение проблем в разработке технологий получения леггирующих элементов для производства сталей, которые, обеспечивают</p>

			<p>высококачественное получение целевого продукта с отсутствием сложных, дорогих и многостадийных процессов их получения. В диссертации хорошо раскрыто особое значение комплексных ферросплавов, в состав которых входят целочногоземельные металлы (ЩЗМ) – кальций, магний, барий и другие металлы, исследования многокомпонентных металлургических и оксидных систем, механизм и кинетика восстановления сложных шихт с ЩЗМ, что является важным для регулирования процесса выплавки.</p> <p>Диссертант в результате проведенных работ получил новый комплексный ферросплавов, содержащий, кроме кальция, также такие ценные элементы как барий до 1,5 % и магний до 2 %. При этом мировых аналогов по получению сплавов такого сложного химического состава одностадийным карботермическим бесплаковым способом неизвестно.</p> <p>Таким образом, результаты этих исследований и разработок в совокупности являются достижениями в области теории и технологии металлургических процессов, в частности, ферросплавных процессов. Более того, результаты исследований вносят значительный вклад в развитие не только металлургической науки, но и защиты окружающей среды.</p>
3.	<p>Принцип самостоятельности</p>	<p>Уровень самостоятельности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>Высокий</u>; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет 	<p>Автор участвовал в определении цели работы и постановке задач исследования, а также в написании статей и тезисов докладов.</p> <p>Лично автором получена основная часть научных и практических результатов данной работы, определяющая как научную новизну, так и практическую ценность работы в целом. Диссертантом представлена самостоятельно подготовленная квалификационная</p>

		<p>работа, содержащая совокупность следующих научных результатов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Проведена оценка эффективности использования высококачественных углей и металлургических шлаков для выплавки кальцийсодержащего ферросплава. - Методом термодинамически-диаграммного анализа были проведены фазовый анализ четырехкомпонентной металлургической системы Ca-Si-Al-Fe, где установлена оптимальная фазовая область для выплавки кальцийсодержащего ферросплава. - Проведен полный термодинамический анализ, где были изучен характер восстановительных процессов при выплавке кальцийсодержащего ферросплава. - Экспериментально доказана возможность получения кальцийсодержащего ферросплава из отвальных металлургических шлаков и высококачественных углей, наработанная опытная партия сплава, что подтверждается актами испытаний. <p>Кроме этого, весь комплекс прикладных работ по обработке и освоению новых технологических процессов выплавки комплексных кальцийсодержащих ферросплавов из отвальных металлургических шлаков и высококачественных углей выполнялся в рамках проектов грантового и программно-целевого финансирования, где автор являлся ответственным исполнителем.</p> <p>Содержание работы в целом свидетельствует о высокой квалификации автора исследований и высоком уровне самостоятельности.</p>
4.	<p>Принцип внутреннего единства</p>	<p>Актуальность работы определяется в объективно назревшей необходимости обеспечения нужд отечественной сталеплавильной промышленности и чугунолитейных производств качественной металлородукцией из казахстанского сырья, а также</p>
	<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>Обоснована;</u> 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована. 	

		<p>вовлечения в металлургический передел, некондиционных, вторичных техногенных ресурсов - высокозольных углей Центрального Казахстана и отвалных металлургических шлаков, непригодных для энергетических целей народного хозяйства. Содержание основных оксидов в металлургических шлаках, а также цена материалов позволяет расматривать их как дешевый источник соответствующих элементов в составе комплексных ферросплавов, вместо дорогих высокосортных материалов для получения комплексного кальций содержащего ферросплава. Полученный сплав импортозамещает силикокальций покупаемый в КНР и РФ.</p>
	<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>Отражает</u>; 2) Частично отражает; 3) Не отражает</p>	<p>Содержание диссертации отражает и полностью раскрывает заявленную тему. Полученные диссертантом научные и практические результаты работы обладают внутренним единством и направленностью их на достижение поставленной цели и решение сформулированных задач благодаря, имеющейся взаимосвязи между результатами теоретических, экспериментальных исследований и промышленных испытаний, подлежащих прилагательными к работе актами опытно-промышленных испытаний технологии и сплава.</p>
	<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют</u>; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют</p>	<p>Цели и задачи соответствует теме диссертационной работы. Согласно поставленным задачам определены соответствующие разделы диссертационной работы.</p>
	<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <u>полностью взаимосвязаны</u>; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует</p>	<p>Все разделы в работе взаимосвязаны и изложены в логической последовательности. Диссертационная работа характеризуется внутренним единством, логической последовательностью и взаимосвязью научных и прикладных разработок, поскольку все</p>

	<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) критический анализ есть; 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов 	<p>приведенные в диссертации теоретические исследования, результаты и выводы направлены на решение объективно назревшей актуальной проблемы разработки технологии выплавки нового комплексного ферросплава с шелочноземельными металлами из некондиционного сырья</p> <p>Предложенные автором новые решения (принципы и методы) аргументированы и на практике доказаны. Была проведена технико-экономическая и критическая оценка известных технологий выплавки кальцийсодержащего ферросплава, где автор четко выразил новые пути решения проблематики в данной области.</p> <p>Автором, посредством теоретических и прикладных исследований была полностью доказана возможность получения нового комплексного кальцийсодержащего ферросплава из отвалыных металлургических шлаков и высокозольных углей.</p>
<p>5. Принцип научной новизны</p>	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%) <p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%) 	<p>Новизна результатов исследования работы подтверждается патентом РК № 35075 от 21.05.2021 г. «Шихта для получения комплексных ферросплавов с кальцием в рудно-термической печи».</p> <p>Из некондиционного сырья получен комплексный ферросплав, содержащий, кроме кальция, также такие ценные элементы как барий до 1,5 % и магний до 2 %. При этом мировых аналогов по содержанию сплавов такого сложного химического состава одностадийным карботермическим бесшлаковым способом неизвестно.</p> <p>Выводы являются полностью новыми, что можно видеть из полученных результатов исследования.</p>

		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) полностью новые; 2) <u>частично новые (новыми являются 25-75%)</u>; 3) не новые (новыми являются менее 25%) 	<p>Технологические решения, предложенные автором по выплавке калийнойсодержащего ферросплава, являются новыми и обоснованными на практике, что доказано опытно-промышленными испытаниями, а также разработанным техническим условием и технологическим регламентом на полученный сплав.</p> <p>Также новизна технологических решений подтверждается тем, что полученный сплав был использован для усовершенствования промышленной технологии модифицирования стали в ТОО «Курыйльмет» при АО «АрселорМиттал Темиртау».</p> <p>Экономическое решение является новым, так как впервые показана возможность получения ценного продукта (сплава) за счет использования некондиционных, вторичных технологичных ресурсов. Технология, разработанная диссертантом, экономически выгодна, что подтверждается приблизительно рассчитанной себестоимостью нового калийнойсодержащего ферросплава.</p> <p>Таким образом, представленные в диссертационной работе технические, технологические, экономические решения являются новыми и обоснованными и являются обстоятельными и законченными, получены на основе исследований, проведенных на высоком научном и профессиональном уровне. Полученные решения и приведенные на их основе выводы, сформулированные в диссертации, являются достоверными и обоснованными.</p>
6.	<p>Обоснованность основных выводов</p>	<p>Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточны хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)</p>	<p>Все представленные выводы полностью основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах и достаточны хорошо обоснованы</p>

7.	<p>Основные положения, выносимые на защиту</p>	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p>1) <u>доказано</u>; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) да; 2) <u>нет</u></p> <p>7.3 Является ли новым?</p> <p>1) <u>да</u>; 2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий; 2) <u>средний</u>; 3) широкий</p> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p>1) <u>да</u>; 2) нет</p>	<p>1 положение. Диаграмма фазового строения металлургической системы Ca-Si-Al-Fe.</p> <p>7.1. положение полностью доказано; 7.2. не является тривиальным; 7.3. является новым; 7.4. уровень для применения широкий; 7.5. доказано в статье.</p> <p>2 положение. Результаты полного термодинамического моделирования процесса выплавки кальцийсодержащего ферросплава.</p> <p>7.1. положение полностью доказано; 7.2. не является тривиальным; 7.3. является новым; 7.4. уровень для применения широкий; 7.5. доказано в статье.</p> <p>3 положение. Результаты подготовки брикетированной моношихты из угольного шлама и мелочи высокозольного угля с доменным шлаком.</p> <p>7.1. положение полностью доказано; 7.2. не является тривиальным; 7.3. является новым; 7.4. уровень для применения широкий; 7.5. доказано в статье.</p> <p>4 положение. Результаты выплавки кальцийсодержащего ферросплава из отвалных металлургических шлаков и высокозольного угля в рудно-термической печи 200 кВА;</p> <p>7.1. положение полностью доказано; 7.2. не является тривиальным; 7.3. является новым; 7.4. уровень для применения широкий; 7.5. доказано в статье.</p> <p>5 положение. Результаты изучения физико-химических свойств нового комплексного сплава с кальцием.</p>
----	--	---	--

		<p>7.1. положение полностью доказано; 7.2. не является тривиальным; 7.3. является новым; 7.4. уровень для применения широкий; 7.5. доказано в статье.</p>
<p>8. Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации</p>	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) <u>да</u>; 2) <u>нет</u></p> <p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) <u>да</u>; 2) <u>нет</u></p> <p>8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): 1) <u>да</u>; 2) <u>нет</u></p> <p>8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>	<p>Выбранная автором методология достаточно подробно описана и обоснована в работе.</p> <p>При выполнении диссертационной работы автором использовались следующие методы: дифференциально-термический анализ, рентгенофазовый анализ, определение удельного электросопротивления, термодинамическое моделирование на программном комплексе «АСТРА-4» (компьютерные технологии), термодинамически-диаграммный анализ, определение механической прочности угольных брикетов, выплавка в рудно-термической печи, микроструктурный анализ.</p> <p>Теоретические выводы подтверждены экспериментальными исследованиями. Автором проведены лабораторные и крупно-лабораторные испытания, приближенные к промышленным условиям. Получена опытная партия кальцийсодержащего ферросплава, которая была испытана в промышленных условиях, что подтверждается актами испытания.</p> <p>Важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу, что отражено в литературном анализе первого раздела диссертаций.</p>

	8.5 Исползованные источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора	Автор сделал обзор на достаточное количество литературных данных и интернет ресурсов.
9	<p>Принцип практической ценности</p> <p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да; 2) нет</p> <p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет</p> <p>9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>В диссертационной работе имеются теоретически значимые аспекты, которые представлены расчетами по определению оптимального состава шихтовой смеси и термодинамическим моделированием процесса выплавки кальцийсодержащего ферросплав на программном комплексе «АСТРА-4», выводы из них дают теоретические основы для исследования в данной области.</p> <p>Диссертационная работа носит прикладной характер (практическое значение). В работе доказана высокая вероятность применения полученных результатов на практике. Большую заинтересованность в разработке технологии и организации выплавки новых видов кальцийсодержащих ферросплавов из отвалных металлургических шлаков выказали в письме-поддержке ТОО «АлбаСтройДор» и литейный цех ТОО «QazQarbol».</p> <p>ТОО «Курьлымет» при АО «АрселорМиттал Темиртау» провели серию промышленных испытаний по использованию разработанного кальцийсодержащего ферросплав для модифицирования стали.</p> <p>Научные результаты работы вполне отвечают требованиям коммерциализации НИР.</p> <p>Полученный кальцийсодержащий ферросплав может быть использован в качестве раскислителя и модификатора стали и чугуна. Это подтверждается опытно-промышленными испытаниями в условиях ТОО «Курьлымет» при АО «АрселорМиттал Темиртау» и ТОО «QazQarbol». В рамках диссертационной работы предложена технология получения кальцийсодержащего ферросплав из металлургических шлаков и</p>

		<p>высококачественных углей, который может заменить импортируемый и дорогостоящий силикокальций.</p> <p>Качество академического письма высокое, все положения работы изложены в соответствии с научной терминологией металлургической отрасли.</p>
<p>10. Качество написания и оформления</p>	<p>Качество академического письма:</p> <p>1) высокое;</p> <p>2) среднее;</p> <p>3) ниже среднего;</p> <p>4) низкое.</p>	

Считаю, что рецензируемая работа в полной мере отвечает требованиям, которые предъявляются к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD) МОН РК, а ее автор Махамбетов Ерболат Нысаналыулы заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности БД07/0900 «Металлургия».

Рецензент:

**Доктор технических наук,
Заведующий лабораторией стали и ферросплавов
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Институт металлургии
Уральского отделения Российской академии
наук (ИМЕТ УРО РАН)**

О.В. Заякин

**Подпись Заякина О.В. заверяю
Ученый секретарь ИМЕТ УРО РАН, к.х.н.**

А.В. Долматов

